

PAT-NO: JP411130598A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11130598 A  
TITLE: GALLIUM NITRIDE-BASED CRYSTAL  
SUBSTRATE AND ITS PRODUCTION  
PUBN-DATE: May 18, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OKAGAWA, HIROAKI	N/A
OUCHI, YOICHIRO	N/A
MIYASHITA, KEIJI	N/A
TANIGUCHI, KOICHI	N/A
TADATOMO, KAZUYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI CABLE IND LTD	N/A

APPL-NO: JP09293066

APPL-DATE: October 24, 1997

INT-CL (IPC): C30B029/38, H01L033/00 , H01S003/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing GaN-based crystal grown on a mask layer so as to make the thickness of the GaN-based crystal thinner and obtain a GaN-based crystal substrate having thin film of GaN-based crystal formed on a mask thereby.

SOLUTION: A mask layer is provided so as to form a mask area 12 and a

non-mask area 11 on a base substrate 1 and GaN-based crystal is grown from a non-mask area as a starting point until the upper surface of the mask layer is covered under the following conditions. A pattern for forming a mask layer is formed as a pattern having a straight line in which the direction of borderline between the mask area and the non-mask area extends in (1-100) direction and MOCVD is used as the method for growing the GaN-based crystal substrate and N

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-130598

(43)公開日 平成11年(1999) 5月18日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 3 0 B 29/38  
H 0 1 L 33/00  
H 0 1 S 3/18

識別記号

F I

C 3 0 B 29/38  
H 0 1 L 33/00  
H 0 1 S 3/18

D

C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-293066

(22)出願日 平成9年(1997)10月24日

(71)出願人 000003263

三菱電線工業株式会社  
兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72)発明者 岡川 広明

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 大内 洋一郎

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 宮下 啓二

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(74)代理人 弁理士 高島 一

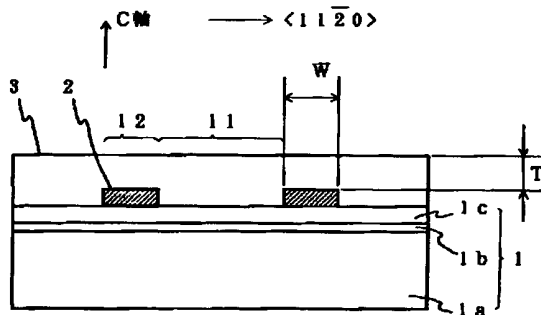
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 GaN系結晶基材およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 マスク層上に成長するGaN系結晶の厚みをより薄くする製造方法を提供し、それによってマスク上に形成されたGaN系結晶の薄膜を有するGaN系結晶基材を提供すること。

【解決手段】 ベース基板1上に、マスク領域12と非マスク領域11とを形成するようにマスク層を設け、下記条件の下に、非マスク領域を出発点として、マスク層上を覆うまでGaN系結晶を成長させる。①マスク層の形成パターンを、マスク領域と非マスク領域との境界線の方が、 $\langle 1-100 \rangle$ 方向に伸びる直線を有するパターンとし、②MOCVDを用い、③その時の雰囲気ガスを、 $N_2$ リッチなガスとする。



1	ベース基板	11	非マスク領域
2	マスク層	12	マスク領域
3	GaN系結晶層	W	マスク層の幅
		T	GaN系結晶の厚み

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 GaN系結晶がC軸を厚み方向として成長可能なベース基板面の一部または全部の領域に、マスク領域と非マスク領域とを形成するようにマスク層を設け、マスク層の材料をそれ自身の表面からは実質的にGaN系結晶が成長し得ない材料とし、

①マスク層の形成パターンを、マスク領域と非マスク領域との境界線の方向が、基板上に形成されるGaN系結晶に対して〈1-100〉方向に伸びる直線を有するパターンとし、

②GaN系結晶を成長させる方法を、MOCVDとし、

③上記②のMOCVDによってGaN系結晶を成長させるときの雰囲気ガスを、N<sub>2</sub> リッチなガスとし、非マスク領域を出発点として、マスク層上を覆うまでGaN系結晶を成長させることを特徴とする、GaN系結晶基材の製造方法。

【請求項2】 N<sub>2</sub> リッチな雰囲気ガスが、窒素濃度が25%以上の雰囲気ガスである請求項1記載のGaN系結晶基材の製造方法。

【請求項3】 上記マスク層の形成パターンが、帯状のマスク層を縞状に配置してなるストライプ状のマスクパターンであって、該ストライプの長手方向が基板上に形成されるGaN系結晶に対して〈1-100〉方向に伸びるものである請求項1記載のGaN系結晶基材の製造方法。

【請求項4】 GaN系結晶がC軸を厚み方向として成長可能なベース基板面の一部または全部の領域に、マスク領域と非マスク領域とを形成するようにマスク層が設けられ、マスク層はそれ自身の表面からは実質的にGaN系結晶が成長し得ない材料からなり、マスク層上には、非マスク領域を結晶成長の出発点としてマスク層上を覆うGaN系結晶層が形成されており、マスク層上を覆うGaN系結晶層のマスク層上面からの厚みTと、マスク層の〈11-20〉方向の幅Wとの比が、 $T/W < 1.75$ であることを特徴とするGaN系結晶基材。

【請求項5】 マスク層の形成パターンが、帯状のマスク層を縞状に配置してなるストライプ状のマスクパターンであって、該ストライプの長手方向が、基板上に形成されるGaN系結晶に対して〈1-100〉方向に伸びるものである請求項4記載のGaN系結晶基材。

【請求項6】 非マスク領域を結晶成長の出発点としてマスク層上を覆うGaN系結晶層の製造に用いられる製造方法が、請求項1～3のいずれかに記載のGaN系結晶基材の製造方法である請求項4記載のGaN系結晶基材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、GaN系結晶基材の製造方法、特に、マスク層上に成長するGaN系結晶

の厚みをより薄くする技術と、それによって得られたGaN系結晶の薄膜を有する基材に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 GaN系結晶材料を用いた半導体発光素子は近年高輝度のダイオード(LED)が実現されたのを機会に研究が活発に行われており、半導体レーザの室温連続発振の報告も聞かれる様になっている。これらGaN系半導体発光素子を作製する一般的な方法は、基板としてサファイアの単結晶を用い、その上に低温でバッファ層を成長し、その後GaN系結晶からなる発光部を形成するといった手順が用いられている。

【0003】 本発明者らは、先にGaN系結晶とサファイア結晶基板との格子定数及び熱膨張係数の違いに起因するGaN系結晶層のクラック対策として、図2(a)に示すように、ベース基板1上に、格子状にパターンニングしたマスク層2を設け、基板面が露出している領域11だけにGaN系結晶層30を成長させ、ベース基板面全体に対してチップサイズのGaN系結晶層30を点在させることによって、クラックを防止することを提案している(特開平7-273367号公報)。

【0004】 その後、上記技術をもとに、GaN系結晶層30をさらに成長させると、図2(b)に示すように、厚さ方向(C軸方向)だけでなく、各GaN系結晶層30からマスク層2上へ向けての横方向(C軸に垂直な方向)へも成長が行われ、図2(c)に示す如く、マスク領域12を完全に覆ってマスク層を埋め込んだGaN系結晶層が得られる事は、既に知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来では、GaN系結晶を横方向により早く成長させるための好ましい条件が未だ明らかになっておらず、GaN系結晶がマスク層上を完全に覆ったときには、厚さ方向にも大きく成長しており、マスク層上面からのGaN系結晶層の上面までの厚みTは大きくならざるを得なかった。

【0006】 ところで、この厚みTは、マスク層の幅Wによっても左右される。即ち、マスク層の幅Wが小さければ、GaN系結晶がマスク層上を完全に覆うのも速く、厚みTは小さくなる。従って、従来において達成できなかったのは、GaN系結晶層のマスク層上面からの厚みTと、マスク層の幅Wとの比 $T/W$ を一定以下にはできなかったのである。従来報告されているなかで到達した最少の比 $T/W$ は、マスク層の幅Wを〈11-20〉方向の幅として $W=4\mu\text{m}$ のときに、 $T=7\mu\text{m}$ 、即ち、 $T/W=1.75$ である。

【0007】 従って、従来技術では、十分に広い幅のマスク領域上にGaN系結晶層を形成しようとする、厚膜になり、クラックや、反りなどが生じるという問題があった。

【0008】 本発明の目的は、上記問題を解決し、マスク層上に成長するGaN系結晶の厚みをより薄くする製

造方法を提供し、それによってマスク層上に形成されたGaN系結晶の薄膜を有するGaN系結晶基材を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の製造方法は、次の特徴を有するものである。

(1) GaN系結晶がC軸を厚み方向として成長可能なベース基板面の一部または全部の領域に、マスク領域と非マスク領域とを形成するようにマスク層を設け、マスク層の材料をそれ自身の表面からは実質的にGaN系結晶が成長し得ない材料とし、①マスク層の形成パターンを、マスク領域と非マスク領域との境界線の方向が、基板上に形成されるGaN系結晶に対して〈1-100〉方向に伸びる直線を有するパターンとし、②GaN系結晶を成長させる方法を、MOCVDとし、③上記②のMOCVDによってGaN系結晶を成長させるときの雰囲気ガスを、N<sub>2</sub> リッチなガスとし、非マスク領域を出発点として、マスク層上を覆うまでGaN系結晶を成長させることを特徴とする、GaN系結晶基材の製造方法。

【0010】(2) N<sub>2</sub> リッチな雰囲気ガスが、窒素濃度が25%以上の雰囲気ガスである上記(1)記載のGaN系結晶基材の製造方法。

【0011】(3) 上記マスク層の形成パターンが、帯状のマスク層を縞状に配置してなるストライプ状のマスクパターンであって、該ストライプの長手方向が基板上に形成されるGaN系結晶に対して〈1-100〉方向に伸びるものである上記(1)記載のGaN系結晶基材の製造方法。

【0012】また、本発明のGaN系結晶基材は、GaN系結晶がC軸を厚み方向として成長可能なベース基板面の一部または全部の領域に、マスク領域と非マスク領域とを形成するようにマスク層が設けられ、マスク層はそれ自身の表面からは実質的にGaN系結晶が成長し得ない材料からなり、マスク層上には、非マスク領域を結晶成長の出発点としてマスク層上を覆うGaN系結晶層が形成されており、マスク層上を覆うGaN系結晶層のマスク層上面からの厚みTと、マスク層の〈11-20〉方向の幅Wとの比が、 $T/W < 1.75$ であることを特徴とするものである。

【0013】本発明のGaN系結晶基材は、上記(1)～(3)のいずれかに記載の、本発明による製造方法によって得ることが可能である。

【0014】

【作用】本明細書では、GaN系結晶やサファイア基板などの六方格子結晶の格子面を4つのミラー指数(h k i l)によって指定する場合は、記載の便宜上、指数が負のときには、その指数の前にマイナス記号を付けて表記するものとし、この負の指数に関する表記方法以外は、一般的なミラー指数の表記方法に準じる。従って、GaN系結晶の場合では、C軸に平行なプリズム面

(特異面)は6面あるが、例えば、その1つの面は(1-100)と表記し、6面を等価な面としてまとめる場合には{1-100}と表記する。また、前記{1-100}面に垂直でかつC軸に平行な面を等価的にまとめて{11-20}と表記する。また、(1-100)面に垂直な方向は[1-100]、それと等価な方向の集合を〈1-100〉とし、(11-20)面に垂直な方向は[11-20]、それと等価な方向の集合を〈11-20〉と表記する。但し、図面にミラー指数を記入する場合は、指数が負のときには、その指数の上にマイナス記号を付けて表記し、ミラー指数の一般的な表記方法に全て準じる。本発明でいう結晶方位は、全て、ベース基板上に成長したGaN系結晶を基準とする方位である。

【0015】「マスク領域」と「非マスク領域」は、ともにベース基板面(該ベース基板の表層がGaN系結晶の薄膜層である場合には該薄膜層の上面)中の領域である。マスク層の上面の領域は、マスク領域に等しいものとみなし、同義として説明に用いる。

【0016】本発明者らは研究を重ねた結果、先ず、横方向への成長速度は、結晶方位によっては厚さ方向と同程度の高速な成長が可能な場合もあり、結晶方位依存性があることが判明した。

【0017】本発明者らは、横方向への成長条件をさらに研究した結果、マスク領域と非マスク領域とを形成しそのマスク層を埋め込むまで結晶成長を行なう方法を行う場合、マスク層の形成パターン、結晶成長法、結晶成長時の雰囲気ガスの組み合わせの中に、横方向に対して、従来知られていないほど高速成長し得る組合せが存在することを見出したのである。

【0018】その組合せは、下記の3つの要件①～③が必須であり、これらが揃ったとき、マスク層上に対して横方向に高速成長し、従来技術の限界として知られている $T/W = 1.75$ を下回る薄膜が得られるのである。

①マスク層の形成パターンを、マスク領域と非マスク領域との境界線の方向が、〈1-100〉方向に伸びる直線を有するパターンとすること。②GaN系結晶を成長させる方法を、MOCVD(有機金属気相成長法)とすること。③上記②のMOCVDによってGaN系結晶を成長させるときの雰囲気ガスを、N<sub>2</sub> リッチなガスとすること。

【0019】

【発明の実施の形態】先ず、本発明によるGaN系結晶基材の製造方法は、図1に示すように、GaN系結晶がC軸を厚み方向として成長可能なベース基板面1の一部または全部の領域に、マスク領域12と非マスク領域11とを形成するようにマスク層2を設ける。マスク層の材料は、それ自身の表面からは実質的にGaN系結晶が成長し得ない材料とする。マスク層の形成パターンは、マスク領域と非マスク領域との境界線の方向が〈1-1

00) 方向に伸びる直線を有するパターンとする。この状態から、雰囲気ガスを $N_2$  リッチなガスとしてMOCVDによって、非マスク領域を出発点として、マスク層上を覆うまでGa<sub>x</sub>N系結晶を成長させるものである。

【0020】マスクの形成パターンは、マスク領域の外形線の方向、即ち、マスク領域と非マスク領域との境界線の方向が、 $\langle 1-100 \rangle$  方向に伸びる直線を有するパターンとすることが重要である。これによって、Ga<sub>x</sub>N系結晶の $\{11-20\}$  面が、この境界線を越え、マスク層の上面に沿って横方向に成長する面として確保される。 $\{11-20\}$  面はオフファセット面であるため、ファセット面である $\{1-100\}$  面に比べて、Ga<sub>x</sub>N系結晶は横方向に高速に成長する。横方向成長速度が速くなると、 $\{1-101\}$  面などの斜めファセットが形成され難い。その結果平坦に埋め込む為に必要なGa<sub>x</sub>N系結晶層の厚みが $\langle 11-20 \rangle$  方向に比べ薄くて済む。

【0021】上記マスクパターンの効果を最も顕著に現すパターンの一例として、ストライプ状のマスクパターンが挙げられる。ストライプ状のマスクパターンは、帯状のマスク層を綫状に配置したパターンである。従って、帯状のマスク領域と帯状の非マスク領域とが交互に並ぶ。この帯の長手方向が、上記したマスク領域と非マスク領域との境界線の方向であって、 $\langle 1-100 \rangle$  方向に伸びるものとする。マスクパターンは、ストライプ状だけに限定されず、境界線を考慮して任意のパターンとしてもよい。

【0022】雰囲気ガスは $N_2$  リッチとする。 $N_2$  リッチな雰囲気ガス中で成長を行った場合、 $H_2$  リッチな雰囲気の場合に比べ、C軸方向の成長速度が遅くなるため、相対的に横方向成長速度が速く、マスクパターンとの組合せによって横方向への成長速度は、従来到達できなかった高速となる。

【0023】MOCVDによる結晶成長は、主に $H_2$  リッチ雰囲気下で行われる場合が多い。例えば、III族ガスとして、キャリアガス水素10(L)+有機金属バブリング用水素100(cc)。V族ガスとして、キャリアガス水素5(L)+アンモニア5(L)。この場合、水素濃度は75%、であり、これが $H_2$  リッチの一例である。この場合、窒素濃度は0%である。これに対して、本発明では、 $N_2$  リッチとするものである。前記 $H_2$  リッチの例でいうと、III族キャリアガスを窒素に置き換えた場合の窒素濃度は約50%である。また、V族キャリアガスのみを窒素に置き変えた場合、窒素濃度は約25%である。よって、 $N_2$  リッチとは、窒素濃度が25%以上程度の状態のものをいう。

【0024】ベース基板は、Ga<sub>x</sub>N系結晶がC軸を厚み方向として成長可能なものであればよく、例えば、従来からGa<sub>x</sub>N系結晶を成長させる際に汎用されている、サファイア、水晶、SiC等を用いてもよい。なかでも、

サファイアのC面、A面、6H-SiC基板、特にC面サファイア基板が好ましい。またこれら材料の表面に、Ga<sub>x</sub>N系結晶との格子定数や熱膨張係数の違いを緩和するためのZnO、MgOやAlN等のバッファ層を設けたものであっても良い。

【0025】特に、ベース基板は、成長させるGa<sub>x</sub>N系結晶となるべく格子定数が近く且つ熱膨張係数ができるだけ近いものを選択することが、転位などの欠陥を本来的に少なくする点及びクラック等をより生じにくくする点で望ましい。また、後述するマスク層の薄膜形成の際における高熱やエッチングに対する耐性に優れることが好ましい。このような点から、ベース基板は、少なくともその表層が $In_x Ga_y Al_z N$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1, x+y+z=1$ ) からなるものが挙げられる。具体的には、サファイア基板上に、MOVPE法によりZnOやAlN等のバッファ層、次いでGa<sub>x</sub>N又はGaAlNの薄層を順次成膜したものが好適に用い得る。このようなベース基板であれば、該ベース基板上に成長させるGa<sub>x</sub>N系結晶内に新たに発生する転位の密度を低く抑える事が出来、良好な結晶性を得ることができる。

【0026】マスク層は、それ自身の表面からは実質的にGa<sub>x</sub>N系結晶が成長し得ない材料を用いる。このような材料としては、例えば非晶質体が例示され、さらにこの非晶質体としてSi、Ti、Ta、Zr等の窒化物や酸化物、即ち、SiO<sub>2</sub>、SiN<sub>x</sub>、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>等が例示される。特に、耐熱性に優れると共に成膜及びエッチング除去が比較的容易なSiO<sub>2</sub>膜が好適に使用できる。

【0027】マスク層は、例えば真空蒸着、スパッタ、CVD等の方法により基板全表面を覆うように形成した後、通常のフォトリソグラフィ技術によって光感光性レジストのパターニングを行い、エッチングによって基板の一部を露出させる等の手段で形成される。なお、厚さは通常50nm~500nm程度とされる。

【0028】Ga<sub>x</sub>N系結晶は、式 $In_x Ga_y Al_z N$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1, x+y+z=1$ ) で決定される化合物半導体である。特に、厚膜層として有用なものとしてはGa<sub>x</sub>Nが挙げられる。

【0029】本発明によるGa<sub>x</sub>N系結晶基材は、図1に示すように、ベース基板面1にマスク層2が設けられ、非マスク領域を結晶成長の出発点としてマスク層上を覆うGa<sub>x</sub>N系結晶層3が形成されたものであって、マスク層上を覆うGa<sub>x</sub>N系結晶層のマスク層上面からの厚みTと、マスク層の $\langle 11-20 \rangle$  方向の幅Wとの比T/Wが1.75よりも小さい、Ga<sub>x</sub>N系結晶の薄膜を有する基材である。

【0030】このようなT/Wの小さいものは、本発明の製造方法によって好ましく得ることができる。よって、ベース基板面1、マスク層2、マスク層の形成パタ

ーン、GaN系結晶層3については上記説明したものが好ましく、マスク層の形成パターンは、マスク領域12と非マスク領域11との境界線の方向が〈1-100〉方向に伸びる直線を有するパターンとなる。

【0031】

【実施例】

実施例1

本実施例では、実際にマスク層の上面に、従来には見られなかったGaN系結晶（なかでも本実施例ではGaN結晶）の薄膜を形成した。

〔ベース基板の作成〕最も基礎の結晶基板としてはサファイアC面基板を用いた。まずこのサファイア基板をMOCVD装置内に配置し、水素雰囲気下で1100℃まで昇温し、サーマルエッチングを行った。その後温度を500℃まで下げAl原料としてトリメチルアルミニウム（以下TMA）、N原料としてアンモニアを流し、AlN低温バッファ層を成長させた。つづいて温度を1000℃に昇温しGa原料としてトリメチルガリウム（以下TMG）を、N原料としてアンモニアを流し、GaN層を2μm成長させ、ベース基板を得た。

【0032】〔マスク層の形成〕その後成長装置から取出しスパッタリング装置にてSiO<sub>2</sub>マスク層を形成した。SiO<sub>2</sub>マスク層のパターンは、帯の長手方向が、成長するGaN系結晶の〈1-100〉方向に伸びるストライプ状とした。ストライプの仕様は、非マスク領域の帯の幅、マスク領域の帯の幅Wを、共に4μmとした。

【0033】〔GaN系結晶の成長；基材の完成〕次にこの試料をMOCVD装置内に配置し、窒素リッチ雰囲気ガス（III族キャリアガス窒素10L、有機金属パブリックガス100cc、V族キャリアガス水素5L、アンモニア5L）の下で1000℃まで昇温しTMG、アンモニアを30分間流し、GaN結晶を成長させた。その結果、図1に示すように、マスク層上面が完全に埋められた時点でのGaN結晶の厚みTは、2μmであった。従って、T/W=0.5となる。

【0034】実施例2

本実施例では、実施例1のサンプルを新たにベース基板として用いた。実施例1のサンプルにおいて、非マスク

領域に発生した転位線は表面に到達していたが、この部分にだけさらにマスク層を形成し、実施例1と同じ条件でGaN結晶の成長を2μm行った。その結果、実施例1のサンプル中のマスク層上面から表面までトータル厚み4μmの低転位（10<sup>4</sup> cm<sup>-2</sup>以下）なGaN系結晶基材が得られた。

【0035】比較例1

実施例1において、雰囲気ガスを、窒素リッチから水素リッチに変更した以外は、実施例1と同様にGaN結晶を成長させたところ、マスク層上面が完全に埋められた時点でのGaN結晶の厚みTは7μmであった。従って、T/W=1.75となる。

【0036】比較例2

実施例1において、雰囲気ガスを、窒素リッチから水素リッチに変更し、かつマスク層のストライプの長手方向を〈11-20〉方向にした以外は、実施例1と同様にGaN結晶を成長させたところ、マスク層上面が完全に埋められた時点でのGaN結晶の厚みTは12μmであった。従って、T/W=3となる。

20 【0037】

【発明の効果】本発明によって、マスク層上に成長するGaN系結晶の厚みをより薄くすることが可能となった。これによって、マスク上に、クラックや、反りの無いGaN系結晶薄膜の形成されたGaN系結晶基材が得られるようになった。

【図面の簡単な説明】

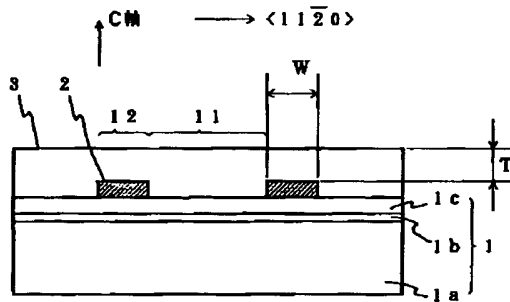
【図1】本発明の製造方法によって得られるGaN系結晶基材の構造の一例を示す図である。

【図2】マスク層上への結晶成長の状態を示す図である。

【符号の説明】

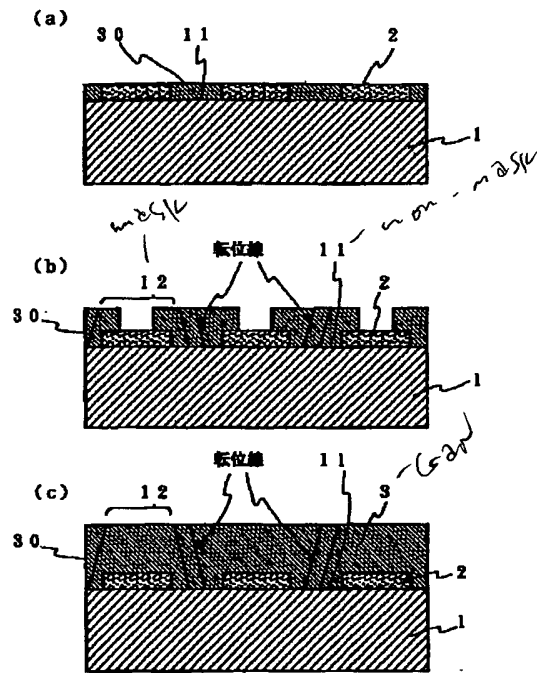
- 1 ベース基板
- 1a 基礎の結晶基板
- 1b バッファ層
- 1c GaN系結晶の表層
- 2 マスク層
- 11 非マスク領域
- 12 マスク領域
- 3 GaN系結晶層

【図1】



- |   |         |    |           |
|---|---------|----|-----------|
| 1 | ベース基板   | 11 | 非マスク領域    |
| 2 | マスク層    | 12 | マスク領域     |
| 3 | GaN系結晶層 | W  | マスク層の幅    |
|   |         | T  | GaN系結晶の厚み |

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 谷口 浩一  
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 只友 一行  
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内